

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-352282

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl. H04B 7/08  
H01Q 3/26  
H04B 1/40  
H04B 7/06  
H04B 7/10

(21)Application number : 2000-215100

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 14.07.2000

(72)Inventor : DOI YOSHIHARU  
NAKAO SHIYUGO  
MAKITA SOKEN

(30)Priority

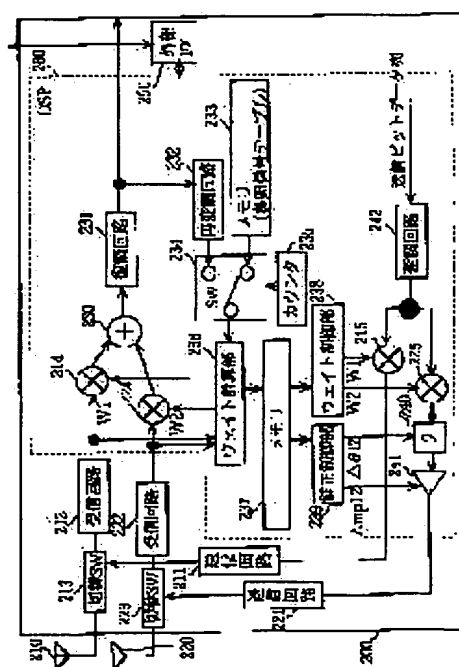
Priority number : 2000101497 Priority date : 03.04.2000 Priority country : JP

(54) ADAPTIVE ARRAY DEVICE, RADIO BASE STATION, AND PORTABLE TELEPHONE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an adaptive array device which is reduced in circuit scale by causing the device to make correction so that the same array antenna pattern may be formed at both receiving time and transmitting time.

SOLUTION: A memory 237 holds a relative correction value showing the difference between the transmission characteristics of a radio section composed of a transmitting circuit 211 and a receiving circuit 212 and another radio section composed of a transmitting circuit 221 and a receiving circuit 222 and a correction control section 239 corrects transmitted signals by using the relative correction value in a phase shifter 240 and an amplifier 241.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-352282

(P2001-352282A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)		
H 0 4 B	7/08	H 0 4 B	7/08	D	5 J 0 2 1
H 0 1 Q	3/26	H 0 1 Q	3/26	Z	5 K 0 1 1
H 0 4 B	1/40	H 0 4 B	1/40		5 K 0 5 9
	7/06		7/06		
	7/10		7/10	A	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)					

(21) 出願番号 特願2000-215100(P2000-215100)

(22) 出願日 平成12年 7 月 14 日 (2000. 7. 14)

(31) 優先権主張番号 特願2000-101497(P2000-101497)

(32) 優先日 平成12年 4 月 3 日 (2000. 4. 3)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 土居 義晴

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 中尾 正悟

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100090446

弁理士 中島 司朗

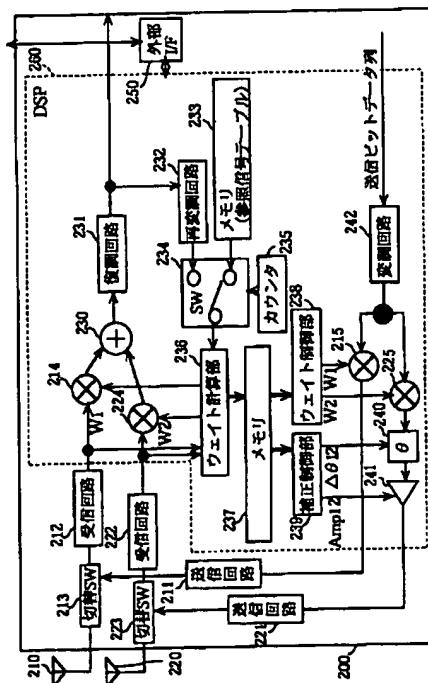
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アダプティブアレー装置、無線基地局、携帯電話機

(57) 【要約】

【課題】 受信時と送信時とで同じアレーアンテナパターンを形成するよう補正し、回路規模を低減させたアダプティブアレー装置を提供する。

【解決手段】 メモリ 237 は、送信回路 211 と受信回路 212 からなる無線部と、送信回路 221 と受信回路 222 からなる無線部との伝送特性の差を示す相対的な補正値を保持し、補正制御部 239 は、位相器 240 及び増幅器 241 において相対的な補正値を用いて送信信号を補正する。



(2) 001-352282 (P2001-35JL8)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信部と受信部とアンテナとからなる無線部を複数備えるアダプティブアレー装置であって、一の無線部以外の他の無線部について、前記一の無線部に対する伝送特性の差を示す相対的な補正値を保持する保持手段と、

前記他の無線部の送信信号又は受信信号を保持手段の補正値により補正する補正手段とを備えることを特徴とするアダプティブアレー装置。

【請求項2】 前記複数の無線部は第1～第m（mは2以上の整数）無線部からなり、

前記保持手段は、第n（nは $2 \leq n \leq m$ を満たす整数）無線部の補正値として次式の位相補正値 $\Delta \theta 1n$ および振幅補正値 $Amp1n$ を保持し、

$$\Delta \theta 1n = ((\theta TX1 - \theta RX1) - (\theta TXn - \theta RXn))$$

$$Amp1n = ((ATX1/ARX1)/(ATXn/ARXn))$$

$\theta TX1$ 、 $\theta RX1$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの位相変動特性、 $ATX1$ 、 $ARX1$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの振幅変動特性、

$\theta TXn$ 、 $\theta RXn$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの位相変動特性であり、 $ATXn$ 、 $ARXn$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの振幅変動特性であることを特徴とする請求項1記載のアダプティブアレー装置。

【請求項3】 前記補正手段は、第n無線部から送信すべき信号の位相を位相補正値 $\Delta \theta 1n$ により補正する位相補正部と、

第n無線部から送信すべき信号の振幅を振幅補正値 $Amp1n$ により補正する振幅補正部とを備えることを特徴とする請求項2記載のアダプティブアレー装置。

【請求項4】 第2無線部のアンテナは、第1無線部のアンテナよりも小さいアンテナ利得を有し、

前記保持手段は更に第2無線部のアンテナ利得を補償する補償値を保持し、

前記振幅補正部は更に第2無線部から送信すべき信号の振幅を補償値により補正することを特徴とする請求項3記載のアダプティブアレー装置。

【請求項5】 前記アダプティブアレー装置は、受信時に第1～第m無線部毎にアレーアンテナパターン形成用に位相及び振幅を調整するための重み係数を算出する算出手段と、

第1～第m無線部の送信信号に重み付けする重み付け手段とを備え、

前記補正手段は、第n無線部の重み係数に保持手段に保持された位相補正値及び振幅補正値を加味した補正重み係数を算出し、第2～第m無線部の送信信号については補正重み係数を用いて重み付け手段に重み付けさせることを特徴とする請求項2記載のアダプティブアレー装置。

【請求項6】 送信部と受信部とアンテナとからなる無

線部を複数備える無線基地局であって、

一の無線部以外の他の無線部毎に、前記一の無線部に対する相対的な伝送特性の差を示す補正値を保持する保持手段と、

前記一の無線部を除く前記他の無線部毎に、送信信号又は受信信号を保持手段の補正値により補正する補正手段とを備えることを特徴とする無線基地局。

【請求項7】 アレーアンテナパターンを形成して無線通信する複数の無線部と、

一の無線部以外の他の無線部について、前記一の無線部に対する伝送特性の差を示す相対的な補正値を保持する保持手段と、

前記他の無線部の送信信号又は受信信号を保持手段の補正値により補正する補正手段とを備えることを特徴とする携帯電話機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】無線通信するアダプティブアレー装置において複数の無線系統における送信系と受信系との間の特性差を補正するアダプティブアレー装置、無線基地局、携帯電話機に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、PHS、携帯電話等の移動局の増加に伴い、周波数資源の有効利用に対する社会的要請が高まっている。この要請に応える通信方式の1つに空間多重方式がある。空間多重方式とは、アダプティブアレー装置を用いて複数の移動局に対して互いに異なる指向性パターン（アレーアンテナパターンと呼ぶ）を形成することにより、同じ周波数で同時刻に複数の移動局の送信信号を多重して通信する方式である。

【0003】アダプティブアレー装置は、アンテナと送信部と受信部とからなる無線部を複数備え、各無線部に入出力される受信信号及び送信信号の振幅と位相とを調整することによりアンテナ全体として指向性パターン（アレーアンテナパターンと呼ばれる。）を形成する装置である。アレーアンテナパターンは、各無線部に入出力される受信信号及び送信信号に対して、振幅と位相を調整するための重み係数（ウェイトベクトルともいう）により重み付けすることにより形成される。ウェイトベクトルの算出は、アダプティブアレー装置内のDSP

（Digital Signal Processor）により行なわれる。【0004】携帯電話システムにアダプティブアレーを適用する場合は、携帯電話機側では大きさ、アンテナ数など物理的な制約があるので、携帯電話機側では指向性パターンを制御することなく、無線基地局側において受信時と送信時の両方で指向性パターンを形成している。すなわち、無線基地局では、受信時に最適に形成されたアレーアンテナパターンと同じアレーアンテナパターンを送信時にも形成するようにしている。

【0005】ところが、受信時に算出されたウェイトベ

(3) 001-352282 (P2001-35JL8)

クトルを送信時に使用しても、送信と受信とで実際には同じアレーアンテナパターンが形成されるとは限らない。これは各無線部における送信部と受信部の伝送特性が異なるためである。送信部と受信部の伝送特性が異なるのは、物理的に別回路でありこと、回路素子の特性のばらつきが内在すること等に起因する。回路素子の特性のばらつきは、特に受信部内のLNA（ローノイズアンプ）や送信部内のHPA（ハイパワーアンプ）などにおいて、個体差や使用環境下での温度変化などにより生じる。これらに起因して、送信部と受信部とで信号が通過したときに生じる位相回転量や振幅変動量などの伝送特性が異なってしまう。

【0006】受信部と送信部との伝送特性の差は、受信時と送信時とでアレーアンテナパターンの誤差に直接影響してしまう。このため、送信部と受信部との伝送特性差を求めて、その伝送特性差を補償するためキャリブレーションを行なう必要がある。例えば、特開平11-312917号「アレーアンテナ装置」に、キャリブレーション方法などがある。

【0007】このアレーアンテナ装置は、キャリブレーション用希望信号発生手段と、キャリブレーション用干渉信号発生手段と、キャリブレーション用干渉信号の電力を制御する電力制御手段と、キャリブレーション用希望信号と電力制御されたキャリブレーション用干渉信号とを合成する合成手段と、合成信号を各アンテナに分配する分配手段とを付加装置として備え、受信系の伝送特性を補償するよう構成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術によれば、無線部個別に送信回路と受信回路との伝送特性の差を測定するための上記付加装置をアダプティブアレイ装置内に備える必要があり、回路規模が増大するという問題があった。言い換えれば、通常の通信では必要のないキャリブレーション用の回路を備えなければならないので回路規模が増大していたという問題があった。

【0009】本発明は上記課題に鑑み、受信時と送信時とで同じアレーアンテナパターンを形成するよう補正し、回路規模を低減させたアダプティブアレイ装置、無線基地局、携帯電話機を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明のアダプティブアレイ装置、無線基地局、携帯電話機はそれぞれ、送信部と受信部とアンテナとからなる無線部を複数備え、一の無線部以外の他の無線部について、前記一の無線部に対する伝送特性の差を示す相対的な補正値を保持する保持手段と、前記他の無線部の送信信号又は受信信号を保持手段の補正値により補正する補正手段とを備える。

【0011】前記複数の無線部は第1～第m（mは2以

上の整数）無線部からなり、前記保持手段は、第n（nは $2 \leq n \leq m$ を満たす整数）無線部の補正値として次式の位相補正値 $\Delta \theta 1n$ および振幅補正値 $Amp1n$ を保持し、

$$\Delta \theta 1n = ((\theta TX1 - \theta RX1) - (\theta TXn - \theta RXn))$$

$$Amp1n = ((ATX1/ARX1)/(ATXn/ARXn))$$

$\theta TX1$ 、 $\theta RX1$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの位相変動特性、 $ATX1$ 、 $ARX1$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの振幅変動特性、 $\theta TXn$ 、 $\theta RXn$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの位相変動特性であり、 $ATXn$ 、 $ARXn$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの振幅変動特性である。

【0012】ここで、前記補正手段は、第n無線部から送信すべき信号の位相を位相補正値 $\Delta \theta 1n$ により補正する位相補正部と、第n無線部から送信すべき信号の振幅を振幅補正値 $Amp1n$ により補正する振幅補正部とを備える構成としてもよい。また、第2無線部のアンテナは、第1無線部のアンテナよりも小さいアンテナ利得を有し、前記保持手段は更に第2無線部のアンテナ利得を補償する補償値を保持し、前記振幅補正部は更に第2無線部から送信すべき信号の振幅を補償値により補正するように構成してもよい。

【0013】また、前記アダプティブアレイ装置、無線基地局、携帯電話機はそれぞれ、受信時に第1～第m無線部毎にアレーアンテナパターン形成用に位相及び振幅を調整するための重み係数を算出する算出手段と、第1～第m無線部の送信信号に重み付けする重み付け手段とを備え、前記補正手段は、第n無線部の重み係数に保持手段に保持された位相補正値及び振幅補正値を加味した補正重み係数を算出し、第2～第m無線部の送信信号については補正重み係数を用いて重み付け手段に重み付けさせるように構成してもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態における無線基地局、携帯電話機、測定装置について次の順に説明する。

## 1. 無線基地局

### 1.1. 概要>

#### 1.1.1 概略構成

#### 1.1.2 概略動作

#### 1.1.3 捕捉説明

### 1.2. 無線基地局の構成

#### 1.2.1 信号処理部の構成

#### 1.2.2 ユーザ処理部の構成

#### 1.2.3 キャリブレーション処理

## 2. 携帯電話機

### 2.1 構成

### 3. 測定装置

#### 3.1 構成

#### 3.2 キャリブレーション処理

## 4. その他の変形例

(4) 001-352282 (P2001-35JL8)

## &lt;1. 無線基地局&gt;

<1. 1. 概要>本発明の実施の形態におけるアダプティブアレー装置が移動体通信網の無線基地局である場合の概要を説明する。

<1. 1. 1 概略構成>図1は、本発明の実施の形態におけるアダプティブアレー装置の主要部の概略構成を示す図である。

【0015】同図に示すように、アダプティブアレー装置は、無線部1～無線部4とDSP（デジタル信号プロセッサ）50とを備える。DSP50は便宜上4つ図示してあるが実際には1つでよい。このアダプティブアレー装置は、自装置単独で補正値を測定し、通常の通信時には測定した補正値を用いて通信を行なう。言い換えれば、測定装置を兼用している。

【0016】無線部1は、アンテナ10、送信部111（図中のTX1）、受信部112（RX1）、アンテナスイッチ113（SW1）からなる。無線部2～無線部4も同様の構成である。図中の $\theta_{RX1}$ 、 $\theta_{RX1}$ は、アンテナ10、アンテナスイッチ113及び受信部112を信号が通過したことにより生じる位相変動量、振幅変動量をそれぞれ示す。 $\theta_{TX1}$ 、 $\theta_{TX1}$ は、送信部111、スイッチ113及びアンテナ10を信号が通過したことにより生じる位相変動量、振幅変動量をそれぞれ示す。 $\theta_{RX2}$ ～ $\theta_{RX4}$ 、 $\theta_{RX2}$ ～ $\theta_{RX4}$ も、それぞれの無線部における同様の位相変動量、振幅変動量を示す。

【0017】また、 $\Delta\theta_{12}$ 、 $\Delta\theta_{12}$ は、無線部1を基準にした無線部2の相対的な位相変動量、振幅変動量をそれぞれ示す。 $\Delta\theta_{23}$ 、 $\Delta\theta_{34}$ 、 $\Delta\theta_{41}$ 、 $\Delta\theta_{23}$ 、 $\Delta\theta_{34}$ 、 $\Delta\theta_{41}$ も同様の相対的な位相変動量、振幅変動量を示す。これらは次の(1)～(8)式により表される。

- (1)  $\Delta\theta_{12} = ((\theta_{TX1} - \theta_{RX1}) - (\theta_{TX2} - \theta_{RX2}))$
- (2)  $\Delta\theta_{23} = ((\theta_{TX2} - \theta_{RX2}) - (\theta_{TX3} - \theta_{RX3}))$
- (3)  $\Delta\theta_{34} = ((\theta_{TX3} - \theta_{RX3}) - (\theta_{TX4} - \theta_{RX4}))$
- (4)  $\Delta\theta_{41} = ((\theta_{TX4} - \theta_{RX4}) - (\theta_{TX1} - \theta_{RX1}))$
- (5)  $\Delta\theta_{12} = ((\theta_{TX1} - \theta_{RX1}) / (\theta_{TX2} - \theta_{RX2}))$
- (6)  $\Delta\theta_{23} = ((\theta_{TX2} - \theta_{RX2}) / (\theta_{TX3} - \theta_{RX3}))$
- (7)  $\Delta\theta_{34} = ((\theta_{TX3} - \theta_{RX3}) / (\theta_{TX4} - \theta_{RX4}))$
- (8)  $\Delta\theta_{41} = ((\theta_{TX4} - \theta_{RX4}) / (\theta_{TX1} - \theta_{RX1}))$

本アダプティブアレー装置は、無線部1～無線部4内で既知の信号をアレー送受信し、位相量と振幅量とを変化させながらアレーアンテナパターンを送信と受信とで一致させるような調整値を求めることにより、上記(a)～(h)式に示した相対的な位相変動量、振幅変動量を検出し、位相変動量、振幅変動量を補償するための補正値を決定する。この補正値は次の(9)～(17)の式により表される。

- (9)  $\theta_{hosei\_1} = 0$
- (10)  $\theta_{hosei\_2} = \Delta\theta_{12}$
- (11)  $\theta_{hosei\_3} = \Delta\theta_{12} + \Delta\theta_{23}$
- (12)  $\theta_{hosei\_4} = \Delta\theta_{12} + \Delta\theta_{23} + \Delta\theta_{34}$

$$(13) A_{hosei\_1} = 1$$

$$(14) A_{hosei\_2} = \Delta\theta_{12}$$

$$(15) A_{hosei\_3} = \Delta\theta_{12} * \Delta\theta_{23}$$

$$(16) A_{hosei\_4} = \Delta\theta_{12} * \Delta\theta_{23} + \Delta\theta_{34}$$

$\theta_{hosei\_x}$ 、 $A_{hosei\_x}$ は無線部x（xは1から4）の送信時の送信信号に対する補正値である。

【0018】上記の補正値は、無線部1を基準にした相対的な補正値になっている。補正値がこのような相対的な値でよいのは、受信時の無線部の位相変動量の比及び振幅変動量の比が、送信時にも等しければ、受信時に算出されたウェイトベクトルを用いたときに受信時のアレーアンテナパターンと同じアレーアンテナパターンが得られるからである。

【0019】また、(9)～(16)式では無線部1を基準にしたが、どの無線部を基準にしてもよい。無線部3を基準にすれば、位相補正値は(9')～(12')、振幅補正値は(12')～(16')により表される。

$$(9') \theta_{hosei\_1} = \Delta\theta_{34} + \Delta\theta_{41}$$

$$(10') \theta_{hosei\_2} = \Delta\theta_{34} + \Delta\theta_{41} + \Delta\theta_{12}$$

$$(11') \theta_{hosei\_3} = 0$$

$$(12') \theta_{hosei\_4} = \Delta\theta_{34}$$

$$(13') A_{hosei\_1} = \Delta\theta_{34} * \Delta\theta_{41}$$

$$(14') A_{hosei\_2} = \Delta\theta_{34} * \Delta\theta_{41} * \Delta\theta_{12}$$

$$(15') A_{hosei\_3} = 1$$

$$(16') A_{hosei\_4} = \Delta\theta_{34}$$

<1. 1. 2 概略動作>次に、相対的な位相変動量、振幅変動量の概略の測定方法について説明する。

【0020】図2(a)(b)は、(3)(7)式に示した $\Delta\theta_{34}$ 、 $\Delta\theta_{34}$ を測定する場合のアダプティブアレー装置の概略動作を示す説明図である。同図(a)において、無線部1は単独で所望信号を、無線部2は単独で干渉信号波を同じ周波数上でそれぞれ送信する（図中の①）。所望信号、干渉信号は異なる既知のデータ列を表す。

【0021】一方、無線部3及び無線部4は、2アンテナのアダプティブアレー装置として無線部1に対してアレーアンテナパターンを形成して所望信号を受信する（②）。すなわち、DSP50は、所望信号波と干渉信号波とが多重された受信波から、所望信号を分離するためのウェイトベクトルを算出する。図2(b)において各無線部は送信と受信とを入れ替える。つまり、無線部3、4は、2アンテナのアダプティブアレー装置として、アレー受信時に算出されたウェイトベクトルを用いて所望信号をアレー送信する（③）。

【0022】このアレー送信におけるアレーアンテナパターンは、無線部3、無線部4内部の送信部の位相変動量及び振幅変動量と、受信部のそれらとが等しければ、同図(b)の実線で示したように、アレー受信時と同じアレーアンテナパターンが得られるはずであり、無線部2には指向性が向けられ、無線部3にはヌル（電波が届

(5) 001-352282 (P2001-35JL8)

かない又は届きにくい点又は方向)が向けられる。

【0023】実際には、送信部と受信部とで位相変動量及び振幅変動量が等しくはないので、同図の破線や一点鎖線で示すように、アレーアンテナパターンのずれが生じてしまう。そこで、DSP50は無線部4の送信信号に位相補償量 $\Delta\theta$ を360度徐々に(例えば-180度～+180度まで1度ずつ)変化させながら加える。一方、無線部2はこの変化に合せて受信信号レベルを測定する(④)。この受信信号レベルが最小になったときの位相補償量 $\Delta\theta$ は、 $\Delta\theta_{34}=(\theta_{TX3}-\theta_{RX3})-(\theta_{TX4}-\theta_{RX4})$ に等しい。よって、このときの位相補償量 $\Delta\theta$ を $\Delta\theta_{34}$ と決定する(⑤)。

【0024】さらに、DSP50は無線部4の送信信号の振幅補償量 $Amp\_coef$ のみを徐々に(例えば、0.5～2倍程度まで0.1ずつ)変化させる。無線部2はこの変化に合せて受信信号レベルを測定する(⑥)。この受信信号レベルが最小になったときの振幅補償量 $Amp\_coef$ は、 $Amp_{34}=(ATX3/ARX3)/(ATX4/ARX4)$ に等しい。よって、このときの $Amp\_coef$ を $Amp_{34}$ と決定する(⑦)。

【0025】このようにして、アダプティブアレー装置は相対的な位相変動量 $\Delta\theta_{34}$ と、相対的な振幅変動量 $Amp_{34}$ とを測定する。同様に、 $\Delta\theta_{41}$ および $Amp_{41}$ 、 $\theta_{12}$ および $Amp_{12}$ 、 $\theta_{23}$ および $Amp_{23}$ を測定する。さらに、DSP50は、測定した相対的な位相変動量と振幅変動量とが適切であるか否かを(17)、(18)式により判定する。

(17)  $|\Delta\theta_{12}+\Delta\theta_{23}+\Delta\theta_{34}+\Delta\theta_{41}|<\theta_{thre}$   
ここで、 $\theta_{thre}$ は例えば1度程度のしきい値である。

(17)式の左辺は、本来(1)～(4)式の右辺を加算した式であり、理想的には0(度)になるはずである。実際には外来波の影響などによる測定誤り、測定誤差が生じ得るので、 $\theta_{thre}$ により判定することが望ましい。

(18)  $A_{thre\_min}<Amp_{12}*Amp_{23}*Amp_{34}*Amp_{41}<A_{thre\_max}$

ここで、 $A_{thre\_min}$ 、 $A_{thre\_max}$ は、例えばそれぞれ0.95、1.05程度のしきい値である。(18)式の真ん中の積は(5)～(8)式の右辺の乗算した式であり、理想的には1になるはずであるが、上記と同じ理由により $A_{thre\_min}$ 、 $A_{thre\_max}$ により判定することが望ましい。

【0026】(17)(18)式を満たす場合には、本アダプティブアレー装置は、これらを基に(9)～(16)式(または(9')～(16'))式に示した補正値を算出し、送信時に送信信号に対してDSP50により補正を行なう。

<1.1.3 捕捉説明>ここでは、相対的な位相変動量、相対的な振幅変動量について捕捉的に説明する。

【0027】図2(a)(b)のように、アダプティブアレー装置が、無線部3および無線部4にてアレー受信し、アレー受信時に算出されたウェイトベクトルにより

アレー送信したとき、送信時の受信時に対する位相変動量は、無線部3において( $\Delta TX3-\Delta RX3$ )、無線部4において( $\Delta TX4-\Delta RX4$ )だけ生じている。同様に、送信時の受信時に対する振幅変動量は、無線部3において( $ATX3/ARX3$ )、無線部4において( $ATX4/ARX4$ )だけ生じている。

【0028】無線部4の送信信号に対して位相 $\Delta\theta$ を少しずつ変動させ、無線部2での受信レベルが最小になったということは、無線部3、無線部4における位相変動量が補償されたということである。つまり、( $\Delta TX3-\Delta RX3$ )=( $\Delta TX4-\Delta RX4$ )+ $\Delta\theta_{34}$ であり、したがって、 $\Delta\theta_{34}=(\Delta TX3-\Delta RX3)-(\Delta TX4-\Delta RX4)$ である。

【0029】同様に、受信レベルが最小になったということは、無線部3、無線部4における位相変動量が補償されたということである。つまり、( $ATX3/ARX3$ )=( $ATX4/ARX4$ )\* $Amp_{34}$ であり、したがって、 $Amp_{34}=(ATX3/ARX3)/(ATX4/ARX4)$ である。

<1.2 無線基地局の構成>  
図3は、実施形態における無線基地局の全体構成を示すブロック図である。同図において無線基地局は、ベースバンド部70、モデム部60、信号処理部50、フロントエンドユニット11、21、31、41、アンテナ10～40、制御部80とを備える。本無線基地局は、複数のアンテナを用いて、アンテナ毎の送受信信号に重み付けすることによりアレーアンテナパターンを形成して移動局を無線接続するアダプティブアレー装置であって、PHS規格にて定められている双方向時分割多重(TDMA/TDD: Time Division Multiple Access/Time Division Duplex)方式によりPHS電話機を接続する無線基地局として設置される。

【0030】ベースバンド部70は、電話交換網を介して接続される複数の回線とモデム部60との間で、複数の信号(音声又はデータを示すベースバンド信号)をTDMA/TDDフレームに適合するよう多重及び分離するTDMA/TDD処理を、空間多重すべき信号毎に行う。ここで、TDMA/TDDフレームとは、5mSの周期を有し、8等分されてできる4つの送信タイムスロットと4つの受信タイムスロットから構成される。

【0031】具体的には、ベースバンド部70は、複数の回線からモデム部60に対しては、複数の回線からの信号を、時分割多重用にTDMA/TDDフレーム毎に4多重し、さらに、空間多重用に1送信タイムスロット当たり最大4つの信号をモデム部60に出力する。また、ベースバンド部70は、モデム部60から複数の回線に対しては、モデム部60から1受信タイムスロット当たり最大4つの信号を入力し、時分割多重を分離して複数の回線に出力する。

【0032】モデム部60は、ベースバンド部70から入力される信号を変調し、また、信号処理部50から入力される信号を復調する。変調、復調の方式は $\pi/4$ シフトQPSKとする。信号処理部50は、デジタル信号

(6) 001-352282 (P2001-35JL8)

プロセッサであり、プログラムを実行することによりウェイトベクトルの算出等を行なう。特に、キャリブレーション処理では無線部1～無線部4の受信時と送信時との間の伝送特性を補償するための補正値を算出する。

【0033】フロントエンドユニット11、21、31、41は、アレー送信時には信号処理部50により重み付けされた各信号をRF信号まで変換してアンテナ10～40から送信し、アレー受信時には、アンテナ10～40からの信号をベースバンド領域の信号に変換して信号処理部50に出力する。以下では、アンテナ10とフロントエンドユニット11の組を無線部1と呼ぶ。同様に、アンテナとフロントエンドユニットの他の3組をそれぞれ無線部2～4と呼ぶ。

【0034】無線部1～4は、図2(a)(b)に示したように、キャリブレーション処理において信号処理部50からの所望信号又は干渉信号をそれぞれ単独で送信及び受信し、また、2つの無線部の組みにより所望信号又は干渉信号をアレー送信及びアレー受信する。制御部80は、各無線部の送信と受信の切り替えなど無線基地局全体の制御を行なう。

<1.2.1 信号処理部の構成>図4は、信号処理部50の詳細な構成を示すブロック図である。同図では、信号処理部50(DSP)がプログラムを実行することにより実現している機能を表したブロック図である。同図において信号処理部50は、ユーザ処理部51a～51d、加算器551～554、送受を切り替えるスイッチ561～564、補正値保持部570、補正部571～574を備える。

【0035】ユーザ処理部51a～51dは、各タイムスロットにおいて空間多重される最大4つのユーザ信号に対応して設けられる。各ユーザ処理部は、通常は(キャリブレーション処理以外では)、4つの無線部全てを使用するアレー受信、アレー送信の制御を行なう。すなわち、受信時には4つの無線部1～4からの各受信信号からウェイトベクトルを算出し、このウェイトベクトルを用いて、無線部1～無線部4からスイッチ561～564を介して入力される受信信号を合成することによりユーザ信号を抽出し、送信時には直前の受信タイムスロットで算出された重み係数を用いて重み付けしたユーザ信号を各無線部1～4に出力する。一方、キャリブレーション処理では、各ユーザ処理部は、2アンテナのアレー受信、アレー送信を制御する場合と、所望信号をアレー送受信ではなく1つの無線部から単独で送受信する制御を行なう場合と、干渉信号をアレー送受信ではなく1つの無線部から単独で送受信する制御を行なう場合とがある。信号処理部50は、これらの場合を組み合わせる図2(a)、(b)に示した一連の処理を行ない、相対的な位相変動量( $\Delta\theta_{34}$ 、 $\Delta\theta_{41}$ 、 $\Delta\theta_{12}$ 、 $\Delta\theta_{23}$ )、振幅変動量(Amp34、Amp41、Amp12、Amp23)を決定し、これらから補正値( $\theta_{hosei\_1}$ ～ $\theta_{hosei\_4}$ 、 $A_{hosei\_1}$ ～ $A_{hosei\_4}$ )を算出する。

1～ $A_{hosei\_4}$ )を算出する。

【0036】加算器551は、無線部1に対する各ユーザ送信信号の重み付けされた成分を合成する。ただし、図2(a)のように無線部1から単独送信する場合や、図2(b)のように2アンテナによるアレー送信を無線部1を用いて行なう場合には、何れかのユーザ処理部からの送信信号(所望信号、干渉信号など)を他の信号と加算することなくそのまま出力する。加算器552～554も加算器551と同様であるが、それぞれ無線部2～4に対応する点が異なっている。

【0037】補正値保持部570は、キャリブレーション処理において算出された補正値( $\theta_{hosei\_1}$ ～ $\theta_{hosei\_4}$ 、 $A_{hosei\_1}$ ～ $A_{hosei\_4}$ )を保持する。補正部571は、キャリブレーション処理以外では、補正値保持部570に保持された補正値のうち $\theta_{hosei\_1}$ と $A_{hosei\_1}$ に従って、加算器551からの送信信号を補正し、スイッチ561を介して無線部1に出力し、キャリブレーション処理においては加算器551からの送信信号をそのままスイッチ561を介して無線部1に出力する。ただし、キャリブレーション処理において無線部1の相対的な位相変動量、振幅変動量が測定対象となっている場合には、位相補償量 $\Delta\theta$ 、振幅調整値量Ampの少しずつ変化させながら送信信号に与える。

【0038】補正部572～574についても対応する無線部と補正値保持部570に保持された補正値とが異なる点以外同様である。

<1.2.2 ユーザ処理部の構成>図7は、ユーザ処理部51aの詳細な構成を示すブロック図である。ユーザ処理部51b～51dについても同様の構成なので、ここではユーザ処理部51aを代表として説明する。

【0039】同図のように、ユーザ処理部51aは、ウェイト算出部53、加算器54、メモリ55、スイッチ56、スイッチ57、乗算器521～524、乗算器581～584を備える。ウェイト算出部53は、キャリブレーション処理以外では、受信タイムスロット中の固定ビットパターンの期間における各シンボル期間で、各無線部1～4からの受信信号S1R～S4Rそれぞれを重み付けして加算した結果と、メモリ55により発生される参照信号との誤差が最小となるようにウェイトベクトルを算出する。また、キャリブレーション処理では、2アンテナによりアレー受信するためのウェイトベクトルの算出を同様にして行なう。ここでは、4アンテナによるアレー受信(ウェイトベクトルの算出)を説明するが、2アンテナの場合も項数が減るだけで同様である。

【0040】より具体的には、ウェイト算出部53は、次の(19)式において、誤差 $e(t)$ を最小にするように $W1(t-1)$ ～ $W4(t-1)$ の値を調整し、調整後の $W1(t-1)$ ～ $W4(t-1)$ を時刻 $t$ のシンボルの重み係数 $W1(t)$ ～ $W4(t)$ とする。  
(19)  $e(t) = d(t) - (W1(t-1) * X1'(t) + W2(t-1) * X2'(t) + W3(t-1) * X3'(t) + W4(t-1) * X4'(t))$



(7) 001-352282 (P2001-35JL8)

式中、 $t$ はシンボル単位のタイミング、 $d(t)$ は既知の参照信号（またはトレーニング信号）中のシンボルデータ、 $W1(t-1) \sim W4(t-1)$ は、1つ前のシンボルについて算出したアンテナ毎の重み係数または、前回の受信タイムスロットにおいて算出された重み係数、 $X1(t) \sim X4(t)$ はアンテナ10～40の各受信信号である。

【0041】ウェイトベクトルは、シンボル毎に上記の調整がなされ、受信タイムスロット内の参照信号の区間の始めでは、誤差 $e(t)$ が大きくても、参照信号の区間の終わりには誤差 $e(t)$ が最小に収束する（又は0に収束する）。さらに、ウェイト算出部53は、受信タイムスロット内の重み係数を算出したシンボル期間及びそれ以降のシンボル期間において、算出した重み係数を乗算器521～524に出力する。また、ウェイト算出部53は、送信タイムスロットにおいて、対応する直前の受信タイムスロットで算出された重み係数を乗算器581～584に出力する。

【0042】メモリ55は、キャリブレーション処理以外（移動局との通常の通信）で使用される参照信号を表すシンボル列の波形データ、キャリブレーション処理で使用される所望信号を表すシンボル列の波形データ、および干渉信号を表すシンボル列の波形データを記憶する。参照信号は、受信タイムスロットにおいて既知の固定ビットパターン（固定シンボル）の受信区間においてシンボルタイミングに合わせてウェイト算出部53に読み出される。例えばPHSの場合、受信タイムスロットの先頭に現れるSS（スタートシンボル）、PR（プリアンプル）、UW（ユニークワード）などが固定シンボルである。

【0043】所望信号、干渉信号は、例えばPN（Pseudo random Noise）符号などで既知のシンボルデータ列であればよく、互いに直交していることが望ましい。互いに直交していれば、ウェイトベクトルをより早く収束させ、正確に算出できるからである。なお、同じPN符号や同じ固定シンボルを用いる場合には、タイミング（例えば0.5シンボル時間）をずらせばよい。

【0044】所望信号、干渉信号は、図2（a）のAnt3、4のようにユーザ処理部が2アンテナのアレー受信を制御する場合にはウェイト算出部53によって参照信号（トレーニング信号）として読み出され、図2

（a）のAnt1、2のようにユーザ処理部が単独送信を制御する場合には送信信号として読み出され、スイッチ57を介して乗算器581～584に供給される。ただし、乗算器581～584の出力は、単独送信する無線部に対応する1つしか送信されない。

【0045】各ユーザ処理部は何れも同等の構成でよいが、説明の便宜上、キャリブレーション処理において各ユーザ処理部は固定的な処理を行なうものとする。各ユーザ処理部の処理内容の一覧を図5に示す。図中Ant1～Ant4は、物理的な無線部1～無線部4に1対1で対応付

けられる論理的な無線部を意味する。この対応関係を図6に示す。この対応関係は、多数あり得るが、本実施形態では図6に示すケース1～4のように少なくとも4通りある。

【0046】同図において、キャリブレーション処理の前半（つまり図2（a）のような場合）では、制御部80の制御によって全ての無線部が同じ周波数を用いて、Ant1、Ant2が送信、Ant3、Ant4が受信になっている。この場合、図5の「前半」欄が示すように、ユーザ処理部51aは、Ant1に単独で所望信号を送信させる、つまり、所望信号を発生してAnt1に供給する。ユーザ処理部51bは、Ant2に単独で干渉信号を送信させる、つまり、干渉信号を発生してAnt2に供給する。ユーザ処理部51cは、Ant3及びAnt4からの各受信信号を対象に2アンテナのアレー受信を制御、つまり、ウェイトベクトルを算出する。

【0047】キャリブレーション処理の後半（つまり図2（b）のような場合）では、制御部80の制御によって全ての無線部が同じ周波数を用いて、Ant1、Ant2が受信、Ant3、Ant4が送信になっている。この場合、図5の「後半」欄が示すように、ユーザ処理部51cは、所望信号をAnt3及びAnt4からの2アンテナのアレー送信を制御、つまり、上記の算出されたウェイトベクトルを用いて所望信号を重み付けしてAnt3及びAnt4に供給する。このとき、ユーザ処理部51cは、図2（b）の④に示したように位相補償量 $\Delta\theta$ を変化させ、その後、図2

（b）の⑤に示したように振幅補償量 $Amp\_coef$ を変化させる。ユーザ処理部51aは、Ant1に単独の受信信号を取得する。ユーザ処理部51bは、位相補償量 $\Delta\theta$ 、振幅補償量 $Amp\_coef$ がそれぞれ変化する毎に、Ant2からの単独の受信信号とその受信信号レベルをAnt2から取得する。

<1. 2. 3 キャリブレーション処理>図8、図9は、キャリブレーション処理のより詳しい内容を示すフローチャートである。図中の $n$ は1から4までをカウントするための変数である。

【0048】信号処理部50は、変数 $n$ を初期化（ $n=1$ ）した後（ステップ81）、物理的な無線部1～4の中から論理的な無線部としてAnt1～Ant4を選択する（ステップ82）。ここでは、図2（a）（b）に示したように、Ant1は所望信号の単独送受信、Ant2は干渉信号の単独送受信、Ant3とAnt4はアレー受信及びアレー送信用として選択される。

【0049】信号処理部50は、Ant1から所望信号を、Ant2から干渉信号をそれぞれ送信させ（ステップ83）、同時にAnt3およびAnt4を2アンテナのアダプティブアレー装置として、Ant1からの所望信号に対してアレーアンテナパターンの形成、すなわち、DSP50は、所望信号と干渉信号とが多重された受信波から、所望信号を分離するためのウェイトベクトルを算出する（ステ

(8) 001-352282 (P2001-35JL8)

ップ84)。このとき、Ant1への所望信号、Ant2への干渉信号は、ユーザ処理部51a、51bからそれぞれ供給される。Ant3およびAnt4からの各受信信号に対するウェイトベクトルは、ユーザ処理部51cにより算出される。

【0050】もし、算出されたウェイトベクトルが十分に収束していない場合、つまり(19)式に示した誤差 $e(t)$ があるしきい値よりも大きい場合には、この時点でキャリブレーション処理を終了して、再度ははじめからキャリブレーション処理を開始してもよい。算出されたウェイトベクトルが十分に収束している場合、信号処理部50は、Ant3およびAnt4を2アンテナのアダプティブアレー装置として、算出されたウェイトベクトルを用いて所望信号をアレー送信し、Ant2を単独受信に切り替える(ステップ85)。このとき、ウェイトベクトルによる重み付けはユーザ処理部51cによりなされる。重み付け後のAnt3、Ant4への各送信信号の位相、振幅を、 $\theta_{Ant3} = \theta_{Ant3\_est}$ 、 $\theta_{Ant4} = \theta_{Ant4\_est}$ 、 $A_{Ant3} = A_{Ant3\_est}$ 、 $A_{Ant4} = A_{Ant4\_est}$ と表記する。

【0051】このアレー送信において信号処理部50は、位相 $\theta_{Ant3}$ 、振幅 $A_{Ant3}$ 、 $A_{Ant4}$ の値を固定したまま、位相補償量 $\Delta\theta$ を $-180$ 度 $\sim +180$ 度まで1度ずつ変更させながらAnt4への送信信号の位相量に加えて( $\theta_{Ant4} = \theta_{Ant4\_est} + \Delta\theta$ )、各 $\Delta\theta$ についてAnt2における受信信号レベルを測定する(ステップ86 $\sim$ 89)。このときの位相補償量 $\Delta\theta$ は、図4に示した補正部574において、ユーザ処理部51cから加算器554を通して入力される送信信号に加えられ、スイッチ564を通してAnt4に出力される。

【0052】信号処理部50は、Ant2において測定された受信信号レベルが最小のときの、位相補償量 $\Delta\theta$ を $\Delta\theta_{34} = (\theta_{TX3} - \theta_{RX3}) - (\theta_{TX4} - \theta_{RX4})$ とする(ステップ90)。さらに、信号処理部50は、位相 $\theta_{Ant3}$ 、 $\theta_{Ant4} (= \theta_{Ant4\_est} + \Delta\theta_{34})$ 、振幅 $A_{Ant3}$ の値を固定したまま、Ant4の送信信号の振幅に、振幅補償量 $Amp\_coef$ を徐々に(例えば、0.5 $\sim$ 2の範囲内で0.05ずつ)変化させながら乗じて( $A_{Ant4} = A_{Ant4\_est} * Amp\_coef$ )、各 $Amp\_coef$ についてAnt2における受信信号レベルを測定する(ステップ91 $\sim$ 94)。このときの振幅補償量 $Amp\_coef$ は、図4に示した補正部574において、ユーザ処理部51cから加算器554を通して入力される送信信号に乗ぜられ、スイッチ564を通してAnt4に出力される。

【0053】信号処理部50は、Ant2において測定された受信信号レベルが最小のときの、振幅補償量 $Amp\_coef$ を $Amp_{34} = ((ATX3/ARX3)/(ATX4/ARX4))$ とする(ステップ95)。以上によりAnt3に対するAnt4の相対的な位相変動量 $\theta_{34}$ と振幅変動量 $Amp_{34}$ とが測定されたことになる。

【0054】さらに、信号処理部50は、ステップ9

6、97によるループ処理により、物理的な無線部1 $\sim$ 4の中から選択される論理的な無線部としてのAnt1 $\sim$ Ant4の組み合わせを変更しながら、2回目のループでは $\Delta\theta_{41}$ および $Amp_{41}$ を、3回目のループでは $\Delta\theta_{12}$ および $Amp_{12}$ を、4回目のループでは $\Delta\theta_{23}$ および $Amp_{23}$ を測定する。

【0055】続いて、図9に示すように信号処理部50は、測定した相対的な位相変動量( $\Delta\theta_{34}$ 、 $\Delta\theta_{41}$ 、 $\Delta\theta_{12}$ 、 $\Delta\theta_{23}$ )および振幅変動量( $Amp_{34}$ 、 $Amp_{41}$ 、 $Amp_{12}$ 、 $Amp_{23}$ )が妥当か否かを判定する(ステップ98、99)。この判定は、すでに説明した(17)式、(18)式をともに満たすか否かによる。もし、何れかを満たさない場合には、キャリブレーション処理を終了して、再度ははじめから開始すればよい。

【0056】(17)式、(18)式の両式を満たす場合には、信号処理部50は、位相補正值 $\theta\_hosei\_1 \sim \theta\_hosei\_4$ 、振幅補正值 $A\_hosei\_1 \sim A\_hosei\_4$ を、既に説明した(9') $\sim$ (16')式に従って算出する(ステップ100、101)。算出された補正值は、補正值保持部570に書き込まれ、キャリブレーション以外の通常のアレー送信時に各無線部の送信信号の補正に用いられる。

【0057】以上説明してきたように、本実施の形態におけるアダプティブアレー装置によれば、複数の無線部から選択された2つの無線部と、他の無線部との間で、アレー送信し、その受信信号に基づいて選択された無線部の伝送特性を測定するので、付加装置を設けなくても各無線部の相対的な伝送特性を算出することができる。

<2. 携帯電話機>図1に示したアダプティブアレー装置は無線基地局であって、4本のアンテナを送信用と受信用とに使い分けることによって、一の無線部を基準とする相対的な補正值を自装置内で測定(キャリブレーション)することができたが、2本のアンテナによりアレーアンテナパターンを形成して送受信するアダプティブアレー装置例えば携帯電話機では、自装置単独では上記補正值を測定することができない。このような携帯電話機では他の測定装置と協働して補正值を測定することになる。

【0058】また携帯電話機では、測定された補正值を保持しておき、基準となるアンテナ以外のアンテナの送信信号だけを補正值により補正するよう構成される。以下、本発明のアダプティブアレー装置が移動体通信網の携帯電話機である場合の構成をまず説明し、次いで上記の測定装置について説明する。

<2. 1 構成>図10は、本発明の実施の形態における携帯電話機の主要部の構成を示すブロック図である。同図のように携帯電話機200は、アンテナ210、切替スイッチ213、送信回路211、受信回路212からなる無線部(以下無線部Aと呼ぶ)と、アンテナ220、切替スイッチ223、送信回路221、受信回路222からなる無線部(以下無線部Bと呼ぶ)と、DSP

(9) 001-352282 (P2001-35JL8)

260 (図中の破線枠)と、外部I/F250とを備え、2本のアンテナによりアレーアンテナパターンを形成して送受信するアダプティブアレー装置である。

【0059】2本のアンテナ210、220は、それぞれ棒状のロッドアンテナ、面状のパターンアンテナ、ロッド先端のヘリカルアンテナ、チップアンテナ(基板上にチップ部品として取り付けられたアンテナ)等であるが、ここでは、アンテナ210がロッドアンテナ、アンテナ220がチップアンテナとする。破線枠で示したDSP260は、実際にはプログラムに従って動作するが、同図ではその動作を機能ブロックに分けて記載している。DSP260は、乗算器214、224、215、225、加算器230、復調回路231、再変調回路232、メモリ233、カウンタ234、スイッチ235、ウェイト計算部236、メモリ237、ウェイト制御部238、補正制御部239、位相器240、増幅器241、変調回路242に相当する。

【0060】乗算器214、224は、それぞれ受信回路212、222から入力される受信信号に、ウェイト計算部236からのウェイトベクトルW1、W2を乗じることにより重み付けする。乗算器215、225は、それぞれ変調回路242から入力される送信信号に、ウェイト制御部238からウェイトベクトルW1、W2を乗じることにより重み付けし、送信回路211、位相器240に出力する。

【0061】加算器230は、乗算器214、224により重み付けされた受信信号の加算する。復調回路231は、加算器230による加算後の受信信号を復調する。復調結果は受信ビット列として出力される。再変調回路232は、復調回路231から入力される受信ビット列を、シンボルデータ(シンボルの波形データ)に再変調する。

【0062】メモリ233は、参照信号テーブルを保持する。参照信号テーブルは、キャリブレーション処理以外(無線基地局からの通常の受信)で使用される参照信号を表すシンボルデータ(シンボルの波形データ)、キャリブレーション処理で使用される所望信号を表すシンボルデータを記憶する。参照信号、所望信号については無線基地局において説明したものと同様である。

【0063】カウンタ234は、通常の受信では、受信タイムスロットにおいて先頭から末尾のシンボルまでシンボルタイミングに同期してシンボル数(PPSでは0から120まで)をカウントする。このカウント値は、固定ビットパターンのシンボル期間とそうでない期間とを区別するために利用される。通常の受信では、第3シンボルから第16シンボルまでのシンボル期間がSS、PR、UWの固定ビットパターンの期間に相当する。

【0064】スイッチ235は、通常の受信では、カウンタ234のカウント値が固定ビットパターンのシンボル期間を示すときは、メモリ233から読み出される参

照信号を表すシンボルデータ(の波形データ)を選択し、それ以外の期間では再変調回路232からのシンボルデータを選択し、キャリブレーション処理では、メモリ233から読み出される所望信号を表すシンボルデータを選択する。

【0065】ウェイト計算部236は、通常の受信においてもキャリブレーション処理における受信においても、受信回路212、受信回路222から入力されるそれぞれ受信信号に重み付けしそれらを加算した結果と、スイッチ235から入力されるシンボルデータとの誤差を最小にするようにウェイトベクトルをシンボル毎に算出する。ウェイトベクトルの算出については、既に説明したウェイト算出部53と同様である。

【0066】メモリ237は、RAM、ROMを含み、ウェイト計算部236により算出されたウェイトベクトルと、無線部Aを基準とした無線部Bの相対的な補正值とを記憶する。このウェイトベクトルは、通常の受信では受信タイムスロットの末尾のシンボルについて算出されたウェイトベクトルでよく、受信タイムスロット直後の送信タイムスロットにおいて利用され、キャリブレーション処理では所望信号の受信にて算出されたウェイトベクトルが記憶され、その後の所望信号の送信において利用される。無線部A、BのウェイトベクトルをW1、W2とする。

【0067】また、補正值は、次の(20)(21)式により表され、キャリブレーション処理において測定された値がメモリ237中のROMの記憶領域に工場出荷前に書き込まれる。

$$(20) \Delta\theta_{12} = ((\theta_{TX1} - \theta_{RX1}) - (\theta_{TX2} - \theta_{RX2}))$$

$$(21) \text{Amp}_{12} = ((\text{ATX1}/\text{ARX1})/(\text{ATX2}/\text{ARX2}))$$

図11に、補正值の説明図を示す。図中の $\theta_{RX1}$ 、 $\text{ARX1}$ は、アンテナ210から切替スイッチ213及び受信回路212を信号が通過したことにより生じる位相変動量、振幅変動量をそれぞれ示す。 $\theta_{TX1}$ 、 $\text{ATX1}$ は、送信回路211及び切替スイッチ213からアンテナ210へ信号が通過したことにより生じる位相変動量、振幅変動量をそれぞれ示す。 $\theta_{RX2} \sim \theta_{RX4}$ 、 $\text{ARX2} \sim \text{ARX4}$ も、それぞれの無線部における同様の位相変動量、振幅変動量を示す。上記(20)(21)の $\Delta\theta_{12}$ 、 $\text{Amp}_{12}$ は、無線部Aを基準にした無線部Bの相対的な位相変動量、振幅変動量をそれぞれ意味する。

【0068】ウェイト制御部238は、通常の送信では送信タイムスロットにおいてメモリ237からウェイトベクトルW1、W2を読み出して、乗算器215、216に出力する。キャリブレーション処理の所望信号送信時にも同様である。補正制御部239は、通常の送信では送信タイムスロットにおいてメモリ237から補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、 $\text{Amp}_{12}$ を読み出して、位相器240、増幅器241にそれぞれ出力する。また、補正制御部239は、キャリブレーション処理では所望信号の送信時に $\Delta\theta$ を

(00) 01-352282 (P2001-35JL8)

-180度~+180度まで例えば1度ずつ変更させながら位相器240に出力し、Ampを徐々に(例えば、0.5~2の範囲内で0.05ずつ)変化させながら増幅器241に出力する。

【0069】位相器240は、補正制御部239から入力される補正值 $\Delta\theta_{12}$ の分だけ乗算器225から入力される送信信号の位相を補正する。増幅器241は、補正制御部239から入力される補正值Amp12の分だけ位相器240から入力される送信信号の振幅を補正し、送信回路221に出力する。変調回路242は、通常の送信では送信すべきビット列を変調して送信信号(シンボルデータ)を生成する。

【0070】外部I/F250は、DSP260の入出力ポートおよびDSP260のメモリ(メモリ233、237を含む)のポートに接続されたコネクタであり、携帯電話機の基板上に設けられる。外部I/F250は、キャリブレーション処理において外部の測定装置に接続され、各種コマンドとその応答、プログラム、データの入出力に用いられる。

【0071】以上のように構成された携帯電話機によれば、通常の送受信において、受信タイムスロットで算出されたウェイトベクトルを用いてアレーアンテナパターンを形成して受信するとともにメモリ237にウェイトベクトルを記憶させ、その直後の送信タイムスロットにおいて記憶されているウェイトベクトルを用いてアレーアンテナパターンを形成して送信する。

【0072】この送信に際して、補正制御部239はメモリ237に記憶された補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、Amp12を用いて無線部Bに対する送信信号を補正する。その結果、受信時のアレーアンテナパターンと送信時のアレーアンテナパターンとがずれないように補正することができる。言い換えれば、無線部Aと無線部Bとの位相及び振幅変動特性の差を、基準となる無線部Aの送信信号を補正しないで、無線部Bの送信信号を補正するだけで、受信時の指向性と送信時の指向性とを一致させることができる。

【0073】さらに、外部I/F250を備えることにより外部の測定装置の制御の下でキャリブレーション処理を行なうことにより、上記の補正值の測定を容易に行なうことができる。なお、 $\Delta\theta_{12}$ 及びAmp12はウェイトベクトルと同じ物理量であるので、上記携帯電話機200において、 $\Delta\theta_{12}$ 及びAmp12を表す補正用ウェイトベクトルをメモリ237に記憶させ、位相器240及び増幅器241の代わりに乗算器を備える構成としてもよい。また、図4に示した補正部571~574もそれぞれ、位相器240及び増幅器241と同等の回路、又は乗算器と同等の回路である。

【0074】また、アンテナ210、220がロードアンテナ、チップアンテナというように、2本のアンテナ利得が異なる場合には、上記 $\Delta\theta_{12}$ を次式のようにアンテナ利得補償値 $A_{\text{cmp}}$ を加味した値としてもよい。

$$(21') \text{ Amp12} = A_{\text{cmp}} \cdot ((\text{ATX1}/\text{ARX1})/(\text{ATX2}/\text{ARX2}))$$

<3. 測定装置>

<3.1 構成>図12は、図10の携帯電話機の補正值を測定(キャリブレーション)する測定装置の構成及び携帯電話機を示すブロック図である。

【0075】同図のように測定装置は、送受信装置301、送信装置302、タイミング調整器331、制御PC330、クロック生成回路332、I/F部333を備える。送受信装置301は、図2に示したAnt2の役割を果たすため、アンテナ310、送信回路311、信号選択部312、受信回路313、レベル測定部314、スイッチ315を備え、干渉信号の送信の後携帯電話機200から送信される所望信号の受信を行なう。

【0076】送信回路311は、信号選択部312から入力される干渉信号をスイッチ315を介してアンテナ310から送信する。信号選択部312は、複数の干渉信号のシンボルデータ列を記憶し、1つを選択して送信回路311に出力する。複数の干渉信号は、PN符号で構成される第1干渉信号と、通常の送信タイムスロットと同じ固定ビットパターン(SS、PR、UW)を含む既知の符号列で構成される第2干渉信号とを含む。干渉信号の選択は制御PC330の指示による。

【0077】受信回路313は、携帯電話機200から送受信装置301に対してヌルを向けた送信信号をアンテナ310及びスイッチ315を介して受信する。レベル測定部314は、受信回路313により受信信号の受信信号レベルを測定し、測定した受信信号レベルを制御PC330に通知する。送信装置302は、図2に示したAnt1の役割を果たすため、アンテナ320、送信回路321、信号選択部322を備え、所望信号を送信する。

【0078】送信回路321は、信号選択部322から入力される所望信号をスイッチ325を介してアンテナ320から送信する。信号選択部322は、複数の所望信号のシンボルデータ列を記憶し、1つを選択して送信回路321に出力する。複数の所望信号は、第1干渉信号と直交するPN符号で構成される第1所望信号と、通常の送信タイムスロットと同じ固定ビットパターン(SS、PR、UW)を含む既知の符号列で構成される第2所望信号とを含む。所望信号の選択は制御PC330の指示による。

【0079】タイミング調整器331は、信号選択部312、信号選択部322によりそれぞれ第1干渉信号、第1所望信号が選択された場合は、信号選択部322から入力されるクロック信号(シンボリッククロック)をそのまま送受信装置301に出力し、信号選択部322によりそれぞれ第2干渉信号、第2所望信号が選択された場合は、信号選択部322から入力されるクロック信号を例えば0.5シンボル時間遅延させて送受信装置301に送受信装置301に出力する。遅延させる理由は、第

( 図 1 ) 01-352282 ( P 2001-35JL8

2 干渉信号と第 2 所望信号とは同じ固定ビットパターン (SS、PR、UW など) を含むからである。つまり、携帯電話機 200 における所望信号の分離を容易にするためである。第 1 干渉信号と第 1 所望信号が選択された場合は、タイミング調整器 331 は遅延させないが、構成を簡単にするために遅延させるようにしてもよい。

【0080】制御 PC 330 は、図 2 に示したキャリブレーション処理と同様に、携帯電話機 200 の無線部 A を基準とした無線部 B の補正値を測定するよう送受信装置 301、送信装置 302、タイミング調整器 331、携帯電話機 200 を制御する。クロック生成回路 332 は、シンボルタイミングを示すクロック信号を送信装置 302 及びタイミング調整器 331 に出力する。

【0081】I/F 部 333 は、携帯電話機 200 内の外部 I/F 250 に接続され、携帯電話機 200 との間でコマンド、データの入出力を行なうためのインターフェースである。図 13 に、本測定装置と携帯電話機 200 との外観および物理的な接続例を示す。同図では携帯電話機 200 は筐体を除いた基板のみを示しており、I/F 部 333 は基板上の外部 I/F 250 に嵌合するコネクタである。また、送受信装置 301、送信装置 302 は一般的なシグナルジェネレータにより構成することができる。あるいは送受信装置 301、送信装置 302 は無線基地局や携帯電話機を改造して構成してもよい。

【0082】なお、外部 I/F 250 はコネクタでなくても基板上に設けられた複数のパッドとしてもよい。この場合 I/F 部 333 は複数のパッドに接続するプローブとすればよい。また、図 13 に示した測定装置及び携帯電話機は、キャリブレーション処理時には電波暗室等の電磁シールドされた環境下に置くことが望ましい。

<3. 2 キャリブレーション処理> 図 14、図 15 は、制御 PC 330 の制御により実行されるキャリブレーション処理を示すフローチャートである。同図は、図 8、図 9 と基本的に同内容の処理を示しているが、各ステップを実行する主体が異なっている。図中の (PC→K) は制御 PC 330 から携帯電話機 200 への指示 (コマンド) 又はデータをトリガーとするステップを、(PC→T) は制御 PC 330 から送受信装置 301 又は送信装置 302 への指示 (コマンド) 又はデータをトリガーとするステップを、(PC) は制御 PC 330 内の処理されるステップを意味する。n は 1 から 2 までをカウントするための変数である。

【0083】制御 PC 330 は、変数 n を初期化 (n=1) した後 (ステップ 181)、論理的な無線部 Ant1~Ant4 を、送信装置 302、送受信装置 301、無線部 A (図中の TX1、RX1)、無線部 B (図中の TX2、RX2) と決定する (ステップ 182)。これらは、図 2 (a) (b) に示した Ant1~Ant4 に相当する。制御 PC 330 は、Ant1 (送信装置 302)、Ant2 (送受信装置 301) に第 1 所望信号、第 1 妨害信号を送信する

よう指示する。これにより送信装置 302、送受信装置 301 から第 1 所望信号波、第 1 妨害信号波がそれぞれ同一周波数で送信される (ステップ 183)。さらに、制御 PC 330 は、Ant3 および Ant4 を 2 アンテナのアダプティブアレー装置として、Ant1 からの所望信号に対してアレーアンテナパターン形成、すなわち、所望信号と干渉信号とが多重された受信波から、所望信号を分離するためのウェイトベクトルを算出するよう携帯電話機 200 に指示する。これにより携帯電話機 200 のウェイト計算部 236 は第 1 所望信号を受信するためのウェイトベクトルを算出する (ステップ 184)。

【0084】もし、算出されたウェイトベクトルが十分に収束していない場合、つまり (19) 式に示した誤差  $e(t)$  があるしきい値よりも大きい場合には、携帯電話機 200 から制御 PC 330 にその旨を通知し、制御 PC 330 は、この時点でキャリブレーション処理を終了して、再度ははじめからキャリブレーション処理を開始してもよい。

【0085】算出されたウェイトベクトルが十分に収束している場合、制御 PC 330 は、Ant3 および Ant4 を 2 アンテナのアダプティブアレー装置として、算出されたウェイトベクトルを用いて所望信号をアレー送信するよう指示し、Ant2 (送受信装置 301) に所望信号を受信するように指示する。これにより携帯電話機 200 は送信装置 302 にヌルを向けたアレーアンテナパターンを形成して所望信号をアレー送信する (ステップ 185)。このときの重み付け後の Ant3、Ant4 への各送信信号の位相、振幅を、 $\theta_{Ant3} = \theta_{Ant3\_est}$ 、 $\theta_{Ant4} = \theta_{Ant4\_est}$ 、 $A_{Ant3} = A_{Ant3\_est}$ 、 $A_{Ant4} = A_{Ant4\_est}$  と表記する。

【0086】このアレー送信の間、制御 PC 330 は、位相  $\theta_{Ant3}$ 、振幅  $A_{Ant3}$ 、 $A_{Ant4}$  の値を固定したまま、位相補償量  $\Delta\theta$  を  $-180$  度  $\sim +180$  度まで  $1$  度ずつ変更させながら Ant4 の送信信号に位相量  $\Delta\theta$  を加える ( $\theta_{Ant4} = \theta_{Ant4\_est} + \Delta\theta$ ) ように携帯電話機 200 に指示し、各  $\Delta\theta$  に対応する受信信号レベルの測定結果を送受信装置 301 から取得し、制御 PC 330 内のメモリに記憶する (ステップ 186~189)。このときの位相補償量  $\Delta\theta$  は、図 10 に示した補正制御部 239 及び位相器 240 によって、乗算器 225 からの送信信号に加えられる。

【0087】さらに制御 PC 330 は、各  $\theta$  毎の受信信号レベルをメモリ内に蓄積し、そのうち受信信号レベルが最小のときの、位相補償量  $\Delta\theta$  を  $\Delta\theta_{34}$  (=図 11 の  $\Delta\theta_{12}$ ) とする (ステップ 190)。さらに、制御 PC 330 は、位相  $\theta_{Ant3}$ 、 $\theta_{Ant4}$  ( $=\theta_{Ant4\_est} + \Delta\theta_{34}$ )、振幅  $A_{Ant3}$  の値を固定したまま、Ant4 の送信信号の振幅に、振幅補償量  $Amp\_coef$  を徐々に (例えば、 $0.5 \sim 2$  の範囲内で  $0.05$  ずつ) 変化させながら乗じる ( $A_{Ant4} = A_{Ant4\_est} * Amp\_coef$ ) ことを携帯電話機 200 に指示し、

( 図 2 ) 01-352282 ( P 2001-35JL8

各Amp\_coefについてAnt2における受信信号レベルを測定するよう送受信装置301に指示してその測定結果を取得し、内部のメモリに記憶する(ステップ191~194)。このときの振幅補償量Amp\_coefは、図10に示した補正制御部239及び増幅器241において、位相器240からの送信信号に乗せられる。

【0088】さらに、制御PC330は、メモリに記憶された受信信号レベルが最小のときの、振幅補償量Amp\_coefをAmp34(=図11のAmp12)とする(ステップ195)。以上により、携帯電話機200内のAnt3(無線部A)に対するAnt4(無線部B)の相対的な位相変動量 $\Delta\theta_{12}$ と振幅変動量Amp12とが測定されたことになる。さらに、制御PC330は、Ant3とAnt4とを入れ替え、つまりAnt3を無線部B、Ant4を無線部Aとし(ステップ196、197)で同様の処理(ステップ183~195)を行なう。ただし、ステップ187、192では、携帯電話機200における位相器240、増幅器241は位相、振幅を変化させないで、ウェイト制御部238において、上記の $\Delta\theta$ 、A\_coefをウェイトベクトルW2に上乗せしたウェイトベクトルを算出し、乗算器215において算出されたウェイトベクトルを用いて重み付けする。

【0089】この2回目の処理により、無線部Bを基準にした無線部Aの相対的な補正值 $\Delta\theta_{21}$ 、Amp21が測定される。この補正值は携帯電話機200では使用されないが、以下の補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、Amp12の正当性の判定のために使用される。すなわち、制御PC330は、測定した相対的な位相変動量( $\Delta\theta_{12}$ 、 $\Delta\theta_{21}$ )および振幅変動量(Amp12、Amp21)が妥当か否かを判定する(ステップ198、199)。この判定は、次の(22)、(23)式をともに満たすか否かによる。この式は(17)、(18)式を二項にして点以外は同様である。

$$(22) \quad |\Delta\theta_{12} + \Delta\theta_{21}| < \theta_{thre}$$

$$(23) \quad A_{thre\_min} < Amp12 \cdot Amp21 < A_{thre\_max}$$

もし、制御PC330は、(22)、(23)式の何れかを満たさない場合には、キャリブレーション処理を終了して、再度はじめてから開始すればよい。その場合所望信号、干渉信号を変更するなどの条件を変更することが望ましい。

【0090】(17)式、(18)式の両式を満たす場合には、制御PC330は、補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、Amp12をメモリ237に書き込むように携帯電話機200に指示する(ステップ200)。これにより携帯電話機200のメモリ237は補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、Amp12を記憶する。以上説明してきたように、本測定装置によれば、携帯電話機200内の無線部Aを基準とした無線部Bの相対的な補正值を測定し、携帯電話機200に補正值を設定する。

<4 その他の変形例>以下、上記実施形態に示した構成に対する変形例を示す。

(1) 上記無線基地局では、4つある全ての無線部につ

いて相対的な位相変動量及び振幅変動量を測定したが、各無線部の補正值の算出するには全ての無線部の数より1少ない数の無線部について相対的な位相変動量及び振幅変動量を測定すれば足りる。例えば、図6に示したケース1~ケース3までについて測定すれば足りる。なぜなら、補正值が1つの無線部を基準とする相対値であり、基準となる無線部は補正しなくてよいからである。

【0091】また、上記実施形態において全ての無線部について相対的な位相変動量及び振幅変動量を測定しているのは、(17)式、(18)式による位相変動量、振幅変動量の正当性を判定するためである。

(2) 図2(b)におけるAnt3とAnt4によるアレイ送信で使用するウェイトベクトルは、図2(a)におけるアレイ受信にて算出されたものでなくてもよい。例えば、前回のキャリブレーション処理にて使用したウェイトベクトルをメモリに記憶しておき利用してもよいし、Ant2にヌルを向ける性質があるウェイトベクトルを外部から取得してもよいし、予め記憶しておいてもよい。この場合図2(a)の処理は省略することができる。

【0092】また、Ant2にヌルを向ける性質があるウェイトベクトルとして、図2(a)においてAnt2に強制ヌルを向けるウェイトベクトルを算出するようにしてもよい。強制ヌルとは、特定の方向に対してヌルを向けることをいう。

(3) 上記実施形態では、図2(b)のようにAnt2における受信信号レベルが最小になったときの $\Delta\theta$ 、A\_Ampを $\Delta\theta_{34}$ 、Amp34として求めた。これの代わりに、又はこれと共に、Ant1における受信信号レベルが最大になったときの $\Delta\theta$ 、A\_Ampを $\Delta\theta_{34}$ 、Amp34としてもよい。図2(b)でのアレーアンテナパターンはAnt1に最大の利得が得られるように形成されているからである。

(4) 図8、9のキャリブレーション処理では、全無線部について相対的な位相変動量、振幅変動量を測定しているが、図2(a)(b)のように1つの無線部について、又は2つの無線部について相対的な位相変動量、振幅変動量を測定するだけでもよい。例えば、既に、補正值保持部570が各無線部の補正值を保持している場合には、当該無線部の補正值の算出に必要な位相変動量、振幅変動量を測定すれば足りる。

(5) 上記の無線基地局においてキャリブレーション処理は、定期的に行なうことが望ましい。無線基地局の設置環境や経年変化により、送信時と受信時の特性差が変化するためである。

【0093】この場合、補正值保持部570に各無線部の位相変動量、振幅変動量も保持させておき、新たに測定した位相変動量、振幅変動量と部分的に比較/更新をするようにしてもよい。この比較結果が大きく異なる(しきい値以上である)場合には、キャリブレーション処理を全無線部について実行するようにしてもよい。

(6) 上記実施形態では、信号処理部50がキャリブレ

( 図 3 ) 01-352282 ( P 2001-35JL8

ーション処理のほぼ全部を制御しているが、制御部80と分担するようにしてもよい。

(7) 上記実施形態では、Ant2にヌルを向けるために2つの無線部Ant3、Ant4によるアレイ送信を前提に説明したが、1つの無線部の単独送信を他の1つの無線部が単独受信して、受信時の信号における位相変動、振幅変動を $\theta_{xy}$ 、 $Amp_{xy}$ として直接求めるようにしてもよい。この場合、送信側から受信側に無変調信号などの既知の信号を送信し、受信側の無線部から信号処理部50入力される信号から位相変動量、振幅変動量を測定すればよい。

(7) 上記実施形態に示したように無線基地局としてのアダプティブアレイ装置における本願発明の主要部は、アダプティブアレイ装置内に備えられた信号処理部50つまりデジタル信号プロセッサがプログラムを実行することにより実現される。このプログラムは、PROM、EEPROM又はRAMに格納され、ROM交換によりバージョンアップされ、プログラム記録媒体、ネットワーク又は電話回線を介してEEPROMやRAMにダウンロードしてデジタル信号プロセッサが読み取ることができる。

(8) 上記携帯電話機200において、補正制御部239、位相器240及び増幅器241を備えないで、それらの機能をウェイト制御部238及び乗算器225により実現するよう構成してもよい。この場合ウェイト制御部238は、メモリ237からウェイトベクトルW2に、補正值 $\Delta\theta_{12}$ 、 $Amp_{12}$ を加味したウェイトベクトルを算出し、算出したウェイトベクトルにより乗算器225において重み付けするよう構成すればよい。これは、ウェイトベクトルがそもそも位相及び振幅と同等の物理量だからである。さらにこの場合、無線部A、Bのいずれを基準としてもよい。また、図10の破線内はDSP260にて実現される機能を示しているため、実施形態の構成も上記の構成も実質的に同じ構成であり容易に実現することができる。

(9) 図8のステップ87、88、図14の187、188では、それぞれ位相、振幅を一定の刻み幅(位相を-180度から180度の範囲で1度ずつ、振幅の倍率を0.50から2.00の範囲で0.05ずつ)で変更しながら、順次受信信号レベルを測定するよう構成しているが、大きな刻み幅(例えば位相では90度ずつ、振幅では0.5ずつ)で測定して、その受信レベルが極小になる位相量、振幅の倍率を見出してから、見出した位相量、振幅の倍率の含む第2の範囲で小さな刻み幅(例えば1度、0.05)で変更しながら受信信号レベルを測定するようにしてもよい。これによりキャリブレーション処理の時間短縮を図ることができる。

【0094】また、図8のステップ87、88、図14の187、188では、最小となる位相量、振幅の倍率を発見した時点で、当該ステップを中止するよう構成し

てもよい。

(11) 上記実施形態では携帯電話機200が2つの無線部を備えているが、3つ以上の無線部を備えるように構成してもよい。その場合、アンテナの実装は、ロッドアンテナ、パターンアンテナ、チップアンテナから選択的に組み合わせればよい。また、測定装置は、基準となる1つの無線部以外の無線部の各々についての基準無線部に対する補正值を測定し、携帯電話機は、基準無線部以外の各々の送信信号を補正するように構成すればよい。この場合上記(8)の理由により、何れの無線部を基準とすることができる。また、図14、図15のキャリブレーション処理では、基準無線部と測定対象の無線部のそれぞれについて、ステップ182~192によって補正值を測定し、その後図9のステップ98、99と同様に測定した補正值の正当性を判定すればよい。

【0095】さらに、携帯電話機が4つ以上の無線部を備える場合には、外部の測定装置を設けなくても、実施例中の無線基地局と同様に携帯電話機単体でキャリブレーション処理を行なう構成とすることができる。この場合、外部装置から、キャリブレーション処理用のプログラムを外部I/F250を介して携帯電話機内のメモリにダウンロードし、測定後に消去する構成とすればよい。また、当該プログラムをメモリに残しておく(ROMに記憶させておく)構成としてもよい。ROMに記憶させた場合には、出荷後にユーザ操作によりキャリブレーション処理を行なうことができ、無線部の経時変化を吸収することができる。

(12) 上記実施形態では、制御PC330がキャリブレーション処理の主体となって、携帯電話機200、送受信装置301、送信装置302を制御しているが、制御PC330から携帯電話機200の外部I/F250を介してキャリブレーション処理を行なうプログラムを携帯電話機200内部のメモリにダウンロードして携帯電話機200が制御の主体となるよう構成してもよい。

(13) 上記実施形態では、外部I/F250を介して制御PC330とコマンド、データの入出力を行っているが、無線部を介してコマンド、データ、プログラムの入出力を行ない、DSP260がコマンド解釈、プログラム実行を行なうよう構成してもよい。この場合、外部I/F250を備える必要がない分コストを低減することができる。

【0096】

【発明の効果】本発明のアダプティブアレイ装置、無線基地局、携帯電話機はそれぞれ、送信部と受信部とアンテナとからなる無線部を複数備え、一の無線部以外の他の無線部について、前記一の無線部に対する伝送特性の差を示す相対的な補正值を保持する保持手段と、前記他の無線部の送信信号又は受信信号を保持手段の補正值により補正する補正手段とを備える。

【0097】この構成によれば、受信時と送信時とで同

(図4) 01-352282 (P2001-35JL8)

じアレーアンテナパターンを形成するための補正值が一の無線部に対する相対的な補正值なので、キャリブレーション（補正值測定）用の付加回路を本装置内に備える必要がなく、回路規模を低減させることができるという効果がある。さらに、一の無線部については補正する必要がない点で補正手段そのものの回路規模も低減することができる。

【0098】前記複数の無線部は第1～第m（mは2以上の整数）無線部からなり、前記保持手段は、第n（ $n$ は $2 \leq n \leq m$ を満たす整数）無線部の補正值として次式の位相補正值 $\Delta\theta_{1n}$ および振幅補正值 $Amp_{1n}$ を保持し、  

$$\Delta\theta_{1n} = ((\theta_{TX1} - \theta_{RX1}) - (\theta_{TXn} - \theta_{RXn}))$$

$$Amp_{1n} = ((ATX1/ARX1)/(ATXn/ARXn))$$

$\theta_{TX1}$ 、 $\theta_{RX1}$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの位相変動特性、 $ATX1$ 、 $ARX1$ は前記一の無線部内の送信部、受信部それぞれの振幅変動特性、 $\theta_{TXn}$ 、 $\theta_{RXn}$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの位相変動特性であり、 $ATXn$ 、 $ARXn$ は第n無線部内の送信部、受信部におけるそれぞれの振幅変動特性である。

【0099】この構成によれば、補正值が相対的な位相補正值と相対的な振幅補正值で表わされる。ここで、前記補正手段は、第n無線部から送信すべき信号の位相を位相補正值 $\Delta\theta_{1n}$ により補正する位相補正部と、第n無線部から送信すべき信号の振幅を振幅補正值 $Amp_{1n}$ により補正する振幅補正部とを備える構成としてもよい。

【0100】また、第2無線部のアンテナは、第1無線部のアンテナよりも小さいアンテナ利得を有し、前記保持手段は更に第2無線部のアンテナ利得を補償する補償値を保持し、前記振幅補正部は更に第2無線部から送信すべき信号の振幅を補償値により補正するように構成してもよい。この構成によれば、特に携帯電話機においてアンテナ実装スペースが限られている場合に、第2無線部のアンテナが内臓パターンアンテナやチップアンテナなどであり、第1無線部のアンテナ（ロッドアンテナ等）よりも利得が小さい場合に、利得の補償もできるという効果がある。

【0101】また、前記アダプティブアレー装置、無線基地局、携帯電話機はそれぞれ、受信時に第1～第m無線部毎にアレーアンテナパターン形成用に位相及び振幅を調整するための重み係数を算出する算出手段と、第1～第m無線部の送信信号に重み付けする重み付け手段とを備え、前記補正手段は、第n無線部の重み係数に保持手段に保持された位相補正值及び振幅補正值を加味した補正重み係数を算出し、第2～第m無線部の送信信号については補正重み係数を用いて重み付け手段に重み付けさせるように構成してもよい。

【0102】この構成によれば、補正手段は、補正重み係数を用いて、重み付けするよう重み付け手段を制御するので、アダプティブアレー装置が当然に備えている重み付け手段を利用することができ、補正用の回路を装置

内に設ける必要がなく回路規模をさらに低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態におけるアダプティブアレー装置の主要部の概略構成を示す図である。

【図2】相対的な位相変動量 $\Delta\theta_{34}$ 、振幅変動量 $Amp_{34}$ を測定する場合のアダプティブアレー装置の概略動作を示す説明図である。

【図3】無線基地局の全体構成を示すブロック図である。

【図4】信号処理部50の詳細な構成を示すブロック図である。

【図5】各ユーザ処理部の処理内容の一覧を示す図である。

【図6】物理的な無線部1～無線部4と論理的な無線部Ant1～Ant4との対応関係を示す図である。

【図7】ユーザ処理部51aの詳細な構成を示すブロック図である。

【図8】キャリブレーション処理の内容を示すフローチャートである。

【図9】キャリブレーション処理の続きを示すフローチャートである。

【図10】本発明の実施の形態における携帯電話機的主要部の構成を示すブロック図である。

【図11】相対的な補正值の説明図である。

【図12】携帯電話機の補正值を測定する測定装置の構成及び携帯電話機を示すブロック図である。

【図13】本測定装置と携帯電話機200との外観及び物理的な接続例を示す。

【図14】制御PC330によるキャリブレーション処理の内容を示すフローチャートである。

【図15】制御PC330によるキャリブレーション処理の続きを示すフローチャートである。

【符号の説明】

1～4 無線部

10～40 アンテナ

11～14 フロントエンドユニット

50 信号処理部

51a～51d ユーザ処理部

53 ウェイト算出部

54 加算器

55 メモリ

56、57 スイッチ

60 モデム部

70 ベースバンド部

80 制御部

111 送信部

112 受信部

113 アンテナスイッチ

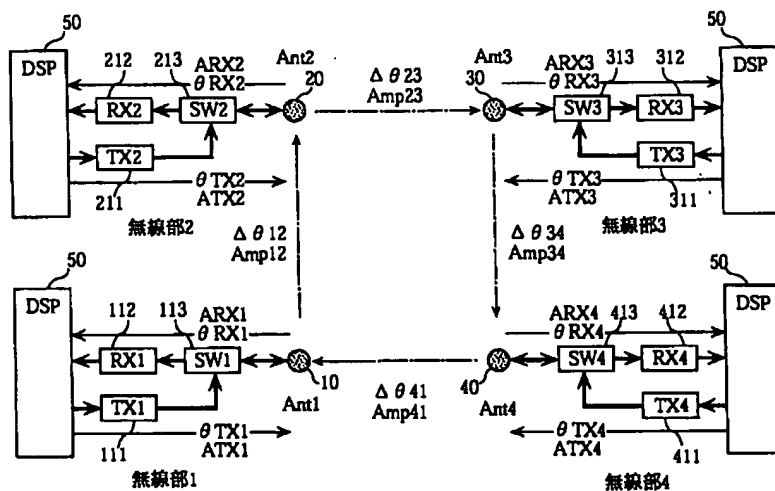
521～524 乗算器



( 5 ) 101-352282 ( P 2001-35JL8

551~554	加算器	232	再変調回路
561~564	スイッチ	233	メモリ
564	スイッチ	234	カウンタ
570	補正值保持部	235	スイッチ
572~574	補正部	236	ウェイト計算部
581~584	乗算器	237	メモリ
200	携帯電話機	238	ウェイト制御部
210、220	アンテナ	239	補正制御部
211、221	送信回路	240	位相器
212、222	受信回路	241	増幅器
213、223	切替スイッチ	242	変調回路
214、215、225	乗算器	250	外部 I / F
230	加算器	260	DSP
231	復調回路		

【図1】

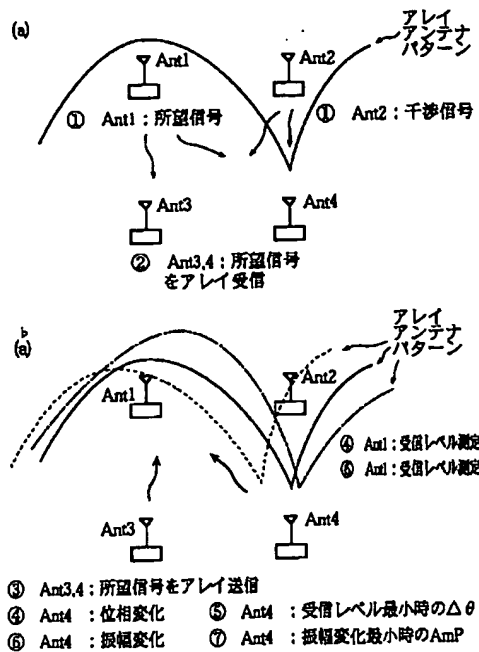


【図5】

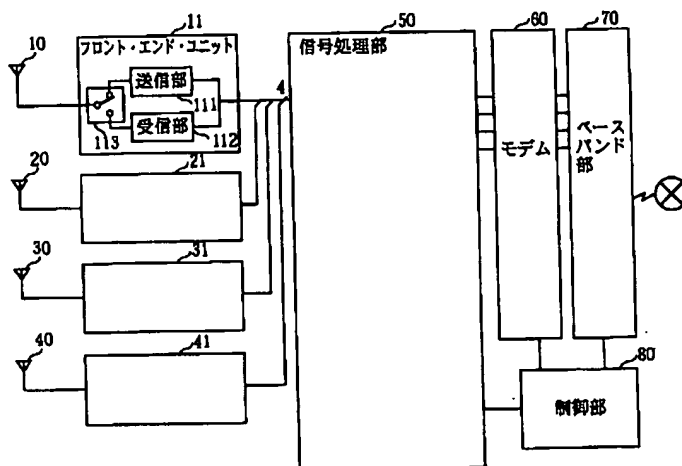
	キャリブレーション処理		キャリブレーション処理以外
	前半(アレー受信)	後半(アレー送信)	
ユーザ処理部51a	Ant1からの 所望信号の送信制御	Ant1による 所望信号の受信制御	Ant1~Ant4による アレー送受信制御
ユーザ処理部51b	Ant2からの 干渉信号の送信制御	Ant2による 干渉信号の受信制御	Ant1~Ant4による アレー送受信制御
ユーザ処理部51c	Ant3, Ant4による アレー受信制御	Ant3, Ant4による アレー送信制御	Ant1~Ant4による アレー送受信制御
ユーザ処理部51d	(アイドル)	(アイドル)	Ant1~Ant4による アレー送受信制御

( 6 ) 101-352282 ( P2001-35JL8

【図2】



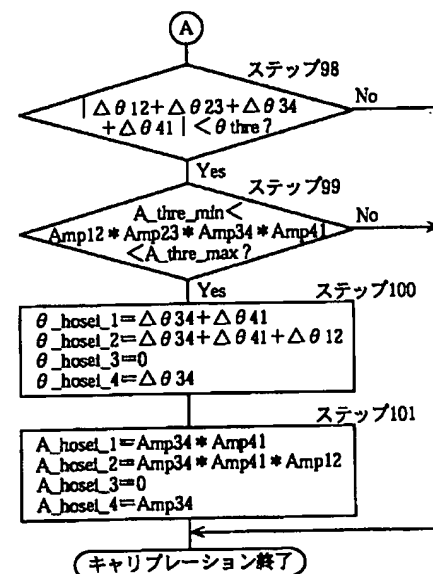
【図3】



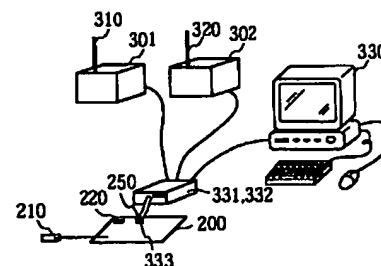
【図6】

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
Ant1	無線部1	無線部2	無線部3	無線部4
Ant2	無線部2	無線部3	無線部4	無線部1
Ant3	無線部3	無線部4	無線部1	無線部2
Ant4	無線部4	無線部1	無線部2	無線部3

【図9】

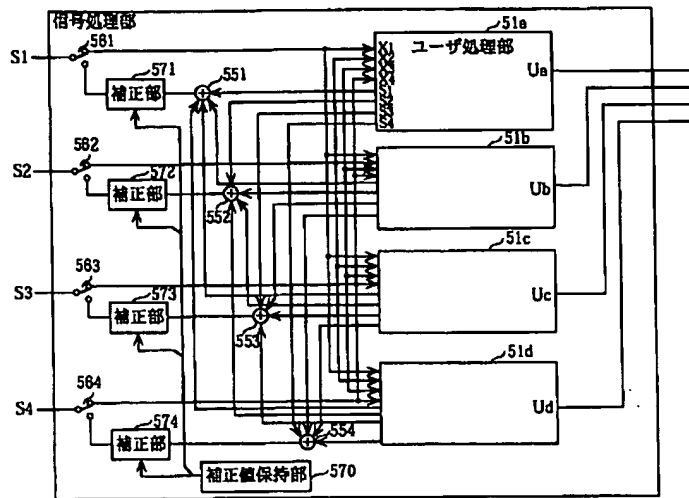


【図13】

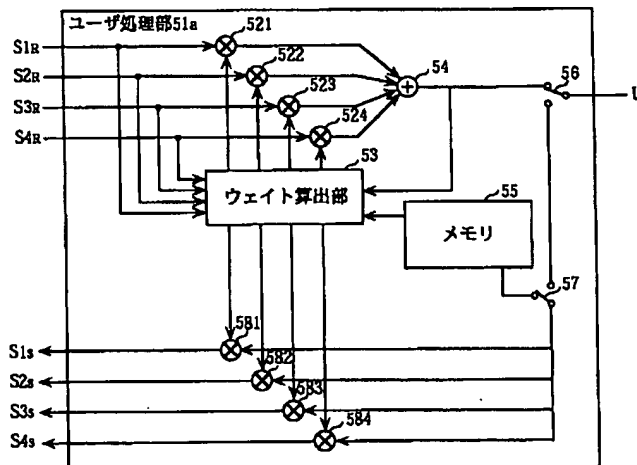


( 7 ) 01-352282 ( P2001-35JL8

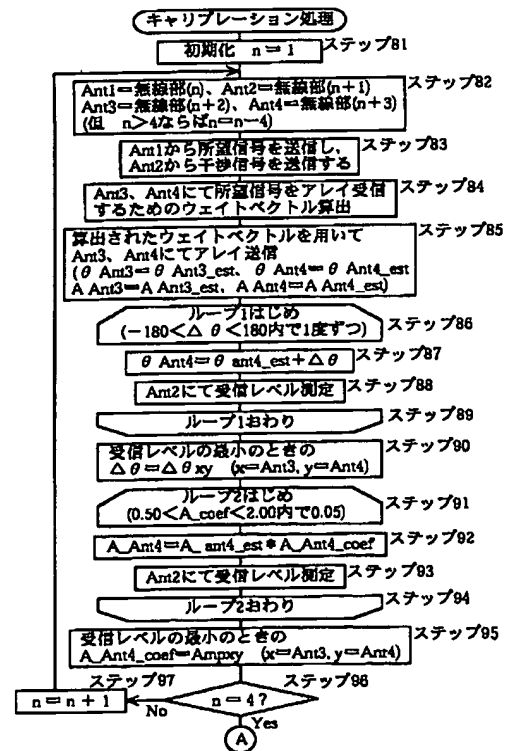
【図4】



【図7】

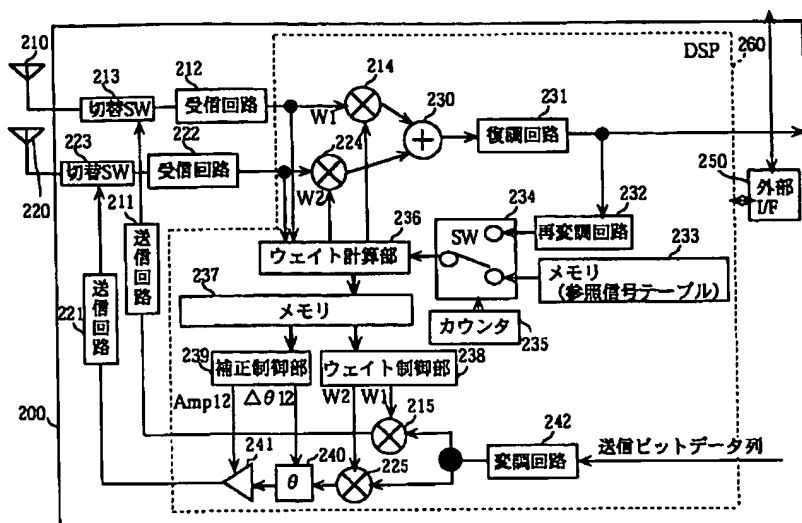


【図8】

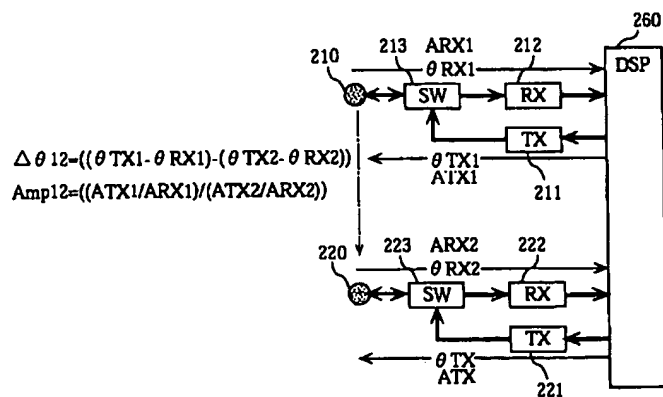


( 8 ) 01-352282 ( P 001-35JL8

【図10】

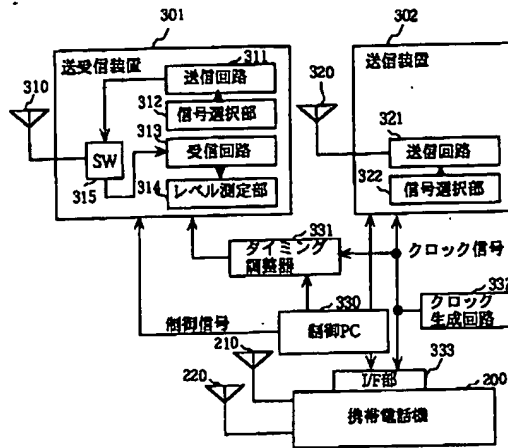


【図11】

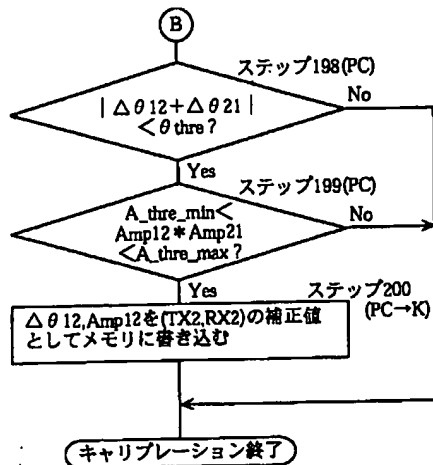


( 9 ) 01-352282 ( P2001-35JL8

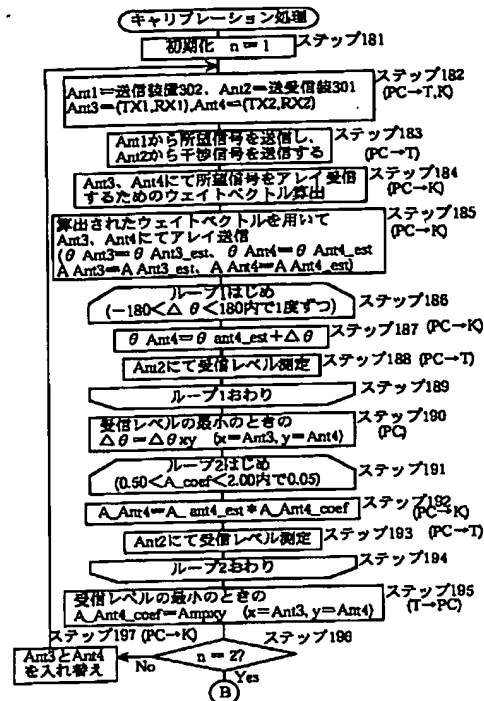
【図12】



【図15】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 牧田 崇顕  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5J021 AA05 AA11 DB02 DB03 EA04  
FA06 FA13 FA14 FA16 FA26  
FA29 FA30 FA31 GA02 HA05  
JA10  
5K011 BA03 DA02 EA02 FA01 GA04  
JA01 KA02  
5K059 CC02 CC03 CC04 DD32 DD37